

# Špecifiká navrhovania stredných a veľkých solárnych zariadení

## 1. Vymedzenie pojmov

V prvom rade je potrebné ozrejmiť si pojem " stredné a veľké solárne zariadenia ". Nie je žiadna striktná definícia, takáto kategorizácia závisí od uhla pohľadu a stavu techniky. V predchádzajúcich kapitolách sa už hovorilo o " malých solárnych zariadeniach " a väčšina tam uvedených údajov a princípov platí i pre systémy, o ktorých pojednáva táto časť.

V záujme zjednodušenia môžeme kategóriu stredných a veľkých solárnych zariadení charakterizovať na základe 2 kritérií:

- b.) podľa počtu kolektorov v systémoch na prípravu TÚV - systémy s viac ako 10 kolektormi Heliostar
- c.) podľa počtu okruhov rôznych spotrebičov - ohrev TÚV, bazénu, vykurovacie a technologické účely

Skupina a.) sa líši od " malých solárnych zariadení " vo všeobecnosti iba množstvami pripravovanej TÚV. To si, samozrejme, vyžaduje väčšie počty kolektorov, väčšie objemy zásobníkov, priemery rúr, armatúr a ostatných komponentov, principiálne odlišnosti nie sú.

Skupina b.) si už vyžaduje osobitný prístup k návrhu riešenia, výberu komponentov, dimenzovaniu i prevádzkovaniu. Ďalej sa zameriame predovšetkým na túto skupinu slnečných termických systémov.

## 2. Možnosti využitia kolektorov Heliostar

Okrem už spomínanej najväčšej skupiny systémov na prípravu TÚV, slnečné kolektory Heliostar môžu byť vo všeobecnosti použité v prípadoch, keď je potrebné nízkopotenciálne teplo na úrovni 80 °C až 130 °C ( v prípade vákuových typu 400 V ). Najčastejšie sa vyskytuje ohrev bazénovej vody, vykurovanie ( resp. prikurovanie ) objektov a výroba technologického tepla.

## 3. Dimenzovanie solárneho systému

Každé riešenie stredného alebo veľkého solárneho systému si vyžaduje vypracovať dôslednú energetickú bilanciu. Tá musí na jednej strane predstaviť energetické potreby riešeného objektu a na druhú stranu postaviť zisky tepelnej energie z kolektorov. Zásadne sa treba snažiť o vyrovnanú bilanciu v letnom období, keď je intenzita slnečného žiarenia najvyššia. Vo všeobecnosti platí, že je jednoduchšie a racionálnejšie doplniť chýbajúcu slnečnú energiu iným zdrojom ako riešiť problémy s prebytkami tepla zo slnečných kolektorov. Existujú dva spôsoby, ako určiť veľkosť solárneho systému:

- c.) urobiť presné výpočty - na tie však obvykle nieta dostatok meteorologických údajov, ktoré si vyžadujú najmä najkvalitnejšie výpočtové programy
- d.) použiť empirické vzťahy, rôzne nomogramy apod., ktoré umožňujú s prijateľnou presnosťou riešiť veľkosť slnečného systému

K prvému spôsobu sa vrátíme neskôr, keď uvidíme zoznam niektorých dostupných viac či menej dokonalých výpočtových programov pre PC. Podrobnejšie sa pristavíme pri 2. spôsobe.

### 3.1. Veľkosť solárneho systému pre prípravu TÚV.

Na tomto mieste iba zopakujeme, že platia postupy obdobné ako u " malých solárnych zariadení". Je možné použiť aj nomogram zo str. 55 - 56 montážneho návodu.

### 3.2 Veľkosť solárneho systému na ohrev bazénovej vody.

Na úvod poznamenáme, že používať kolektory Heliostar iba na ohrev otvorených bazénov počas letného obdobia je málo účelné. Naše kolektory sú určené na celoročnú prevádzku. Ak by bola striktná požiadavka iba na takýto účel, treba radšej siahnuť po menej kvalitných kolektoroch alebo nekrytých absorbéroch. Ďalej budeme preto rozoberať iba prípady s celoročným využitím inštalovaných kolektorov Heliostar.

Hydraulická schéma zapojenia je v montážnom návode na str. 49. Cez solárny výmenník tepla môže byť bazénová voda prečerpávaná buď čerpadlom bazénovej technológie tak, ako je zobrazené v uvedenej schéme, alebo niekedy je vhodnejšie inštalovať samostatné cirkulačné čerpadlo. To je elektricky pripojené paralelne k čerpadlu primárneho okruhu. O výbere konkrétnej schémy rozhoduje režim práce bazénovej technológie a úroveň koordinácie bazénovej a solárnej elektronickej regulácie.

#### 3.2.1. Ohrev vonkajších nekrytých bazénov v kombinácii s ohrevom TÚV .

Toto je jeden z najčastejších variantov. Pre presný výpočet je potrebné zohľadniť nasledovné fakty:

- zemepisná šírka a nadmorská výška lokality
- oslnenie hladiny, výskyt prírodných a umelých prekážok
- veternosť lokality
- množstvo dopĺňanej čerstvej vody, režim práce bazénovej technológie
- straty tepla dnom a stenami bazéna
- požiadavka na dĺžku kúpacej sezóny
- možnosť zakrývania hladiny aspoň plávajúcou fóliou v mimoprevádzkovej dobe

Z uvedených vplyvov považujem za najdôležitejšie dva posledné. Bez zabíhania do prílišných podrobností uvedieme, koľko % z plochy bazénu majú tvoriť kolektory pri rôznych variantoch:

	máj - september	jún - august
bez zakrývania hladiny	60 - 80 %	40 - 60 %
so zakrývaním hladiny	40 - 60 %	40 - 50 %

Zakrývanie hladiny má značný vplyv na tepelné straty. Straty odparom z hladiny a sálanie v noci predstavujú totiž min. 2/3 celkových tepelných strát. Každé prekrytie preto umožní zredukovať tento jav. Ďalším efektom je zníženie znečistenia bazénovej vody prachom, listím a inými nečistotami najmä pri veternom počasí.

K počtu kolektorov, určenému podľa uvedenej tabuľky sa pripočíta minimalistický variant dimenzovania poľa na prípravu TÚV.

### 3.2.2 Ohrev krytých bazénov v kombinácii s prípravou TÚV alebo bez nej.

Kryté bazény sa obvykle vyznačujú tým, že i v letnom období vyžadujú značný prísun tepelnej energie. Je to spôsobené tým, že na rozdiel od vonkajších bazénov - nemajú zvyčajne zisky od priameho dopadu slnečných lúčov na hladinu. Väčšinou sú využívané celoročne a sú to natoľko veľké spotrebiče tepla, že môžu efektívne využívať tepelný výkon kolektorov trvalo. Zakrývanie hladiny má na tepelné straty menší vplyv ako v prípade nekrytých bazénov. Obvyklé dimenzovanie solárneho systému predstavuje 60 - 80 % plochy bazénu. V prípade kombinácie s prípravou TÚV sa na ohrev teplej vody využijú letné prebytky energie a v zimnom období sa nízkopotenciálne teplo využije na predohrev studenej vodovodnej vody pred jej ohrevom v 2. stupni viacvalentného boileru.

Špecifickým prípadom sú bazény s transparentným krytom ( rôzne tunely a prekrytia či už z plykaronátov alebo zo skla ). V dôsledku skleníkového efektu dochádza v nich v letnom období i bez kolektorov k intenzívnemu ohrevu vody. Často je dokonca nutné vhodným vetraním znížiť teplotu vody a vzduchu. Kolektory zabezpečujú ohrev takýchto bazénov v prechodnom, príp. zimnom období. Na letné mesiace treba zabezpečiť iný spotrebič tepla ( príprava TÚV, dlhodobá akumulácia ). Veľkosť solárneho systému bude závisieť predovšetkým od možnosti zmysluplného využitia tepelnej energie z kolektorov v lete. Vo všeobecnosti by plocha kolektorov pre takéto bazény nemala prekročiť 30 % z plochy hladiny.

### 3.3 Veľkosť solárneho systému na vykurovanie

Základným predpokladom pre využitie slnečných kolektorov na vykurovacie účely je nízkoenergetický dom s nízkopotenciálnym vykurovacím systémom. Vo všeobecnosti sú nízkoenergetické domy riešené tak, aby v čo najvyššej miere pasívne získavali slnečnú energiu. Aktívne využívanie prostredníctvom kolektorov zabezpečuje teplo s vyšším potenciálom na prípravu TÚV a vykurovacie účely. Dve základné stavebné podmienky nízkoenergetického domu sú vysoké tepelné odpory obalových konštrukcií a dostatočná tepelná zotrvačnosť. Tejto problematike sa venuje dostatok publikovaných prác jednak v knižnej forme, jednak na internete. Okrem týchto základných požiadaviek, nástoľčivo vyvstáva potreba riadeného vetrania s rekuperáciou tepla, pretože v takýchto budovách predstavujú straty tepla ventiláciou až 70 % z celkových.

Podrobnejšie sa pristavíme pri nízkopotenciálnych veľkoplošných vykurovacích systémoch. Jedná sa predovšetkým o stenové, podlahové, menej už stropné a teplovzdušné vykurovanie. Podlahové je laickej i odbornej verejnosti dostatočne známe. Napriek nesporným prednostiam a širokej ponuke má aj nedostatky:

- obmedzený merný výkon z jednotky plochy
- hygienické a zdravotné obmedzenia
- nedostatočná pružnosť pri regulácii
- biologicky neprirodzený ohrev odspodu
- nemožnosť využiť v lete na chladenie objektu

Týchto nedostatkov a obmedzení je sprostene stenové vykurovanie, ktoré sa vo vyspelých krajinách presadzuje v stále väčšej miere práve na úkor podlahového. V priložených materiáloch máte základné technické a konštrukčné údaje o systéme, ktorý sme vypracovali spoločne s TSZ. Základ tvoria medené meandre z trubiek  $\phi 10 \times 0,8$  mm. Tento spôsob umožňuje pracovať s veľmi nízkymi teplotnými potenciálmi ( napr.  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  ), čo je veľmi vhodné pre vykurovanie pomocou alternatívnych zdrojov energie. Na druhej strane je

využitelný i pri rekonštrukciách v bežnej bytovej výstavbe, kde je použiteľný až do teploty 70 °C. Medzi hlavné prednosti stenových vykurovacích systémov patrí:

- široký rozsah merných tepelných výkonov
- biologicky prirodzené bočné sálanie
- minimálne prúdenie vzduchu a s tým spojené vírenie prachu a alergénov
- vysoká pružnosť pri regulačných zásahoch
- možnosť chladenia studenou vodou ( min. 16 °C ) v lete

Po tomto odbočení, ktoré sme považovali za potrebné, sa vrátíme k dimenzovaniu počtu kolektorov. Na prvý pohľad je zrejmé, že počet kolektorov je väčší ako u "malých systémov". Automaticky tak vyvstáva otázka, ako riešiť problémy s prebytkom tepelného výkonu v lete. Existuje niekoľko spôsobov:

- chladenie objektov
- dlhodobá akumulácia v rôznych zásobníkoch tepla
- ohrev bazéna
- meranie tepla v spolupráci s predimenzovanou expanznou nádobou

Chladenie objektov je veľmi zaujímavé v teplých krajinách. Sú vyvinuté a pracujú zariadenia s absorpčnými chladiacimi strojmi. Na tieto účely sú zvlášť vhodné vákuové kolektory 400 V, ktoré môžu s dostatočnou účinnosťou poskytovať teplo na úrovni 110 ÷ 130 °C, čo je pre takéto zariadenia potrebné. Vzhľadom k vysokým investičným nákladom je však ekonomicky zaujímavé takéto riešenie pri výkonoch radovo od niekoľkých desiatok k W. Podľa dostupných informácií boli však v USA, Austrálii a Izraeli vyvinuté takéto zariadenia i pre jednotlivé rodinné domy.

Diskutovanou a najmä laikmi často požadovanou alternatívou sú systémy s dlhodobou akumuláciou tepla. O zásobníkoch tepla pojednáva samostatná kapitola. Na tomto mieste iba podotkneme, že pri takýchto systémoch je zmysluplná spolupráca kolektorov s tepelným čerpadlom. Toto spojenie umožňuje kolektorom pracovať so spotrebičom s nízkou teplotou. To zásadne ovplyvňuje množstvo získanej tepelnej energie. Na strane druhej tým, že sa zvýši teplota nízkopotenciálneho zdroja pre TČ, dochádza k rastu celoročného výkonového čísla. V nedávnej dobe som našiel na internete zaujímavé riešenie s vodno-ľadovým akumulátorom. Je využité skupenské teplo na úrovni 0 °C, ale nevyrába sa ľad v blokoch, lež vyrobená ľadová triesť pláva na hladine vody v akumulátore.

Jedným z najosvedčenejších spôsobov je kombinácia vonkajšieho nekrytého bazéna so solárnym vykurovaním objektu. Takéto systémy sa dimenzujú podľa veľkosti bazéna. V letnom období je vyhrievaný bazén ( a TUV ) a v ostatných mesiacoch roka sa teplo z kolektorov využíva na vykurovacie účely ( a predohrev TUV ). Samozrejme, musia byť splnené skôr spomínané požiadavky na vykurovací systém.

Ako poslednú možnosť spomenieme marenie tepla v spolupráci s predimenzovanou expanznou nádobou. O dimenzovaní expanzných nádob pojednávame neskôr. Základom je fakt, že pri správnej veľkosti tlakovej expanznej nádoby, nedochádza ani pri stagnačnej teplote k úniku teplotonosnej kvapaliny cez poistný ventil. Na tomto mieste považujem za potrebné spomenúť nezmyselnosť rôznych systémov zakrývania kolektorov. Jednoduchšie je ponechať na expanznej nádobe, aby sa vysporiadala s vysokou teplotou ( a tlakom ). Tiež je možné použiť samotné kolektory ako sáľavý chladič, cez ktorý sa v noci odovzdá do okolia väčšia časť cez deň získaného tepla. Podľa miestnych podmienok je možné využiť na meranie tepla tiež studne, potoky, rybníky, pôdu a i.

Z doteraz uvedeného je zrejmé, že problematika solárneho vykurovania je obsiahla a zložitá. Každý prípad si vyžaduje individuálny prístup, skĺbenie stavebno - technických,

kúrenárskych a solárnych vedomostí a skúseností. V rôznych projektoch predstavuje plocha kolektorov  $15 \div 30 \%$  z vykurovanej plochy.

#### 4. Hydraulické výpočty

Po určení schémy zapojenia a veľkosti solárneho poľa nastáva veľmi zodpovedná, i keď pre mnohých rutinná práca. Je ňou výber a výpočet jednotlivých častí hydraulických okruhov. Sú to :

- delenie kolektorov do blokov
- dimenzovanie rúr
- kompenzácia tepelných dilatácií
- výber armatúr
- určenie vhodného obehového čerpadla ( čerpadiel )
- regulácia prietoku v závislosti od intenzity slnečného žiarenia
- veľkosť expanznej nádoby
- uloženie a vedenie potrubí s čo najmenším hydraulickým odporom

Pri riešení týchto úloh je možné využiť i obvyklé kúrenárske hydraulické programy so zohľadnením špecifik solárneho systému, ktoré sú uvedené v montážnom návode nasledovne:

- exp. nádoba a poistný ventil, str. 20, čl. 4.9. v znení mien a doplnkov
- objemy častí hydraulického obvodu, str. 34
- požadovaný prietok solarenu cez kolektory, str. 35
- závislosť tlakovej straty na prietoku kolektorom
- pracovné charakteristiky čerpadiel
- hydraulické parametre výmenníkov
- vlastnosti teplonosnej kvapaliny
- hydraulické parametre ostatných prvkov

Trubky sa dimenzujú tak, aby rýchlosť prúdenia v nich bola menšia ako 1m/s. Doporučená je rýchlosť okolo 0,5 m/s. Ak je systém riešený ako " low flow " , o ktorom sa pojednáva na inom mieste, predstavuje hodinový prietok cez kolektory  $10 \div 15 \text{ l/m}^2$ . Tento princíp vedie k značnej úspore nákladov na potrubia, pričom podľa meraní v praxi dochádza iba k malému zhoršeniu účinnosti.

#### 6. Umiestnenie a kotvenie kolektorového poľa.

Stredné a veľké systémy sa často umiestňujú na rovných strechách alebo iných otvorených priestranstvách. Tu vystupuje do popredia otázka statického a dynamického zaťaženia. Ku kolektorom síce TSZ dodáva štandardné nosné konštrukcie, ale tie je potrebné ukotviť na vhodný podklad. Ten musí preniesť jednak váhu kolektorov ( v prepočte cca 50 kg / kolektor ) a jednak zabezpečiť kolektory proti vetru. Ak nie je nosná konštrukcia spojená s nosnými prvkami budovy je pre zabezpečenie proti vetru pri rôznych výškach nad zemou potrebná nasledovná záťaž:

- do 8 m - 200 kg / kolektor
- $8 \div 20$  m - 360 kg / kolektor
- nad 20m - 520 kg / kolektor

Optimálne riešenie tejto otázky si vždy vyžaduje spoluprácu so statikom!

Na plochých strechách s mäkkou krytinou sa osvedčilo zhotoviť na mieste železobetónové roznášacie konštrukcie. Nezávisle od momentálneho stavu krytiny je potrebné pred betonážou

týchto pásov položiť s presahom aspoň 2 vrstvy kvalitného materiálu, na ktorý bude možné v budúcnosti napojiť nové vrstvy pri prípadnej oprave strechy. Ak prebiehajú tieto roznášacie pásy kolmo na spádnicu, treba v nich naspođu vo vzdialenosti asi 1 m vynechať otvory na voľný prietok vody.

Ďalšou možnosťou sú kovové roznášacie konštrukcie, zakotvené do nosných prvkov budovy alebo chemické kotvy do strešného plášťa. Kolektorové polia na teréne sa kotvia do základových pätiiek z betónu.

Upevnenie kolektorov na šikmú strechu ( alebo integrácia do strechy ) obvykle nespôsobuje zásadné problémy a platia zásady, ktoré boli uvedené pri "malých zariadeniach". Tu treba dbať najmä na riešenie teplotných dilatácií potrubí ale aj samotných kolektorových skriň.

## **7. Odkazy na internetové stránky.**

Na internete je množstvo stránok, ktoré sa priamo alebo nepriamo zaoberajú problematikou slnečných kolektorov a systémov. Vybrali sme aspoň niektoré z nich:

**[www.thermosolar.sk](http://www.thermosolar.sk)**  
Domovská stránka TSZ

**[www.iesd.dmu.ac.uk](http://www.iesd.dmu.ac.uk)**  
Inštitút pre energie a trvalo udržateľný rozvoj.

**[www.iesd.dmu.ac.uk/~herb/gerrit.htm](http://www.iesd.dmu.ac.uk/~herb/gerrit.htm)**  
Chladenie solárnou tepelnou energiou

**[www.solarenergy.ch](http://www.solarenergy.ch)**  
Prepracovaná stránka s danou problematikou, výpočtové programy

**[www.solarenergy.ch/SPF/kollektoren/lts\\_liste.htm](http://www.solarenergy.ch/SPF/kollektoren/lts_liste.htm)**  
Zoznam kolektorov rôznych výrobcov

**[www.datenwerk.at/arge\\_ee](http://www.datenwerk.at/arge_ee)**  
Stránka AEE Solarserver

**[www.home.t-online.de](http://www.home.t-online.de)**  
Využitie zeolitov v solárnej technike

**[www.solarinfo.com/](http://www.solarinfo.com/)**  
Medzinárodný solárny server

**[www.fh-augsburg.de/~wolfy/solar.htm](http://www.fh-augsburg.de/~wolfy/solar.htm)**  
Opisy rôznych zariadení, využívajúcich solárnu energiu

**<http://www.ises.org/>** - medzinár. spoločnosť pro solárnu energiu

**[www.sses.ch/](http://www.sses.ch/)** - svajč. spoločnosť pre sol. energiu, dobré linky

**[www.eurosolar.org/](http://www.eurosolar.org/)** - solárna spoločnosť

**[www.ases.org/](http://www.ases.org/)** - solárna spoločnosť

**[//emsolar.ee.tu-berlin.de/adress/adress\\_i.html](http://emsolar.ee.tu-berlin.de/adress/adress_i.html)** - adresy organizácií a  
výskumných centier

**[www.jxj.com/](http://www.jxj.com/)** -ekologické vydavateľstvo

**[www.webdirectory.com/](http://www.webdirectory.com/)** - vyhľadávané pre život. prostr.

**[www.zeba.de/solartec.htm/](http://www.zeba.de/solartec.htm/)** - nový zásobníkový kolektor